**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор - проректор по учебной работе

_____ /Г.М. Машков/

«27» 12 2021 г.

Регистрационный № 14-2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«БЕСПРОВОДНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ WI-FI»

Санкт-Петербург
2021 г.

1. Цель реализации программы

Цель программы – ознакомление слушателей с функционированием, развёртыванием и эксплуатацией беспроводных сетей связи, используемых в корпоративном секторе.

Задачами программы являются:

1. Ознакомление с принципами и моделями функционирования беспроводных сетей связи Wi-Fi, нормативно-правовой базой использования оборудования Wi-Fi в соответствии с международными и российскими требованиями.
2. Ознакомление с принципами планирования и развертывания сетей Wi-Fi; особенностями ввода в эксплуатацию таких сетей.
3. Ознакомление с принципами эксплуатации беспроводных сетей Wi-Fi, специализированными средствами мониторинга, методами оценки качества предоставляемых услуг, нормами на показатели качества, определенные в международной нормативно-правовой базе.
4. Формирование у слушателей навыков работы с устройствами Wi-Fi.

2. Требования к результатам обучения

По итогам освоения программы слушателю необходимо приобрести следующие знания, умения и навыки:

Слушатель должен знать:

- принципы функционирования сетей Wi-Fi;
- нормативно-правовую базу в области использования частотных диапазонов сети Wi-Fi;
- сетевые утилиты и другие средства мониторинга сетей Wi-Fi.

Слушатель должен уметь:

- проводить измерения трафика сетей Wi-Fi;
- находить проблемы ухудшения качества и обеспечения безопасности в сетях Wi-Fi;
- обеспечивать подготовку проектной документации для внедрения корпоративных сегментов Wi-Fi.

Слушатель должен владеть:

- навыками проектирования, выбора и конфигурирования оборудования, развертывания и ввода в эксплуатацию сети Wi-Fi.

3. Содержание программы

Категория слушателей – лица, имеющие среднее или высшее профессиональное образование и ведущие практическую деятельность в области эксплуатации локальных IP-сетей.

Срок обучения – 72 часа.

Форма обучения – очная с элементами дистанционного обучения.

Учебный план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. и и лаборат. занятия
1.	Технологии организации WLAN – семейство стандартовIEEE 802.11	9	3	6
2.	Адресация в сетях Wi-Fi	6	2	4
3.	Управление доступом к среде IEEE 802.11	8	2	6
4.	Физический уровень IEEE 802.11	8	2	6
5.	Безопасная передача данных в сетях Wi-Fi	10	2	8
6.	Качество обслуживания в IEEE802.11	6	4	2
7.	Планирование, развертывание и ввод в эксплуатацию беспроводной сети Wi-Fi	23	5	18
	Тестирование	2		
	Итого:	72	20	50

Календарный учебный график

№	Наименование темы
1.	**Технологии организации WLAN – семейство стандартов IEEE 802.11.** Классификация стандартов семейства IEEE 802.11. Нормативно-правовая база по использованию нелицензируемых диапазонов в РФ. Особенности Wi-Fi 5 и Wi-Fi 6. Архитектура Wi-Fi. Оборудование Wi-Fi. Распределение сообщений в пределах распределительной системы. Услуги, связанные с ассоциацией. Услуги управления доступом и безопасностью. Процедуры подключения клиента к беспроводной сети в инфраструктурном режиме.
2.	**Адресация в сетях Wi-Fi** Особенности назначения адресов в беспроводном сегменте корпоративной сети. Требования к адресному пространству. Особенности маршрутизации в корпоративных сетях. Процедуры мониторинга беспроводного сегмента, используемые утилиты и специализированное программное обеспечение. Настройка VLAN.
3.	**Управление доступом к среде IEEE 802.11** Формат кадра MAC стандарта IEEE 802.11. Управление доступом к среде в стандарте IEEE 802.11. Функция распределенной координации (DCF): контроль несущей, межкадровые интервалы, подтверждение приема кадра. Проблема скрытого узла. BSS Color для борьбы с проблемой скрытого узла. Функция точечной координации (PCF). Функция гибридной координации (HCF). Расширенный распределенный доступ к каналу (EDCA). Контролируемый HCF-доступ к каналу (HCCA).
4.	**Физический уровень IEEE 802.11**Подуровни PLCP и PMD. Сравнение спецификаций физического уровня 802.11. Особенности использования радиочастотного спектра. Технологии модуляции физического уровня IEEE802.11: расширение спектра, OFDM и OFDMA, использование MU-MIMO, beamforming. Внедрение Механизмы сосуществования при использовании агрегированных каналов.
5.	**Безопасная передача данных в сетях Wi-Fi** Понятие сетевой безопасности. Использование средств обеспечения безопасности на различных уровнях. Концепция AAA. Протоколы WEP, TKIP, CCMP. Программы сертификации WPA/WPA2, WPS. Функции безопасности в беспроводных устройствах Wi-Fi. Организация допуска пользователей к беспроводному сегменту.

	Правила фаерволов, сегментация сегментов корпоративной беспроводной сети.
6.	**Качество обслуживания в Wi-Fi** Понятие о качестве обслуживания (QoS) в IEEE 802.11. Классы трафика. Wi-Fi Multimedia(WMM) – IEEE 802.11e. Фрагментация кадров. Функция оптимизации производительности band steering. Влияние конструктивных элементов зданий на показатели качества. Взаимное влияние устройств, интерференция. Использование режима TWT в Wi-Fi6. Согласование параметров QoS беспроводного и проводного сегмента корпоративной сети. Понятие о SLA. Средства мониторинга на примере Zabbix.
7.	**Планирование беспроводной сети IEEE 802.11** Этапы проектирования беспроводной сети связи. Сбор информации о клиентских устройствах. Планирование производительности и зоны покрытия: скорость передачи, пропускная способность и дальность связи. Выбор частотного диапазона и частотного канала. Выбор мощности передатчика. Использование антенн. Предпроектное обследование. Разработка решений, выбор оборудования. Выделение адресного пространства, конфигурирование оборудования. Подготовка проектной документации. Внедрение, тестирование, ввод в эксплуатацию.
8.	**Тестирование по курсу**

Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1.	2	Анализ трафика технологии Wi-Fi с использованием анализатора трафика	2
2.	2	Мониторинг сети Wi-Fi с использованием специализированных утилит	2
3.	3	Анализ спектральных характеристик технологии Wi-Fi с использованием программного анализатора спектра	2
4.	3	Определение параметров сети Wi-Fi на основе анализа пакетов beacon	2
5.	4	Исследование электромагнитной обстановки в нелицензируемых диапазонах с использованием специализированных программно-аппаратных комплексов	4
6.	5	Конфигурирование оборудования Wi-Fi для разграничения прав пользователей и настройки VLAN	4
7.	6	Исследование показателей качества технологии Wi-Fi	2
8.	7	Проведение тестовых испытаний сегмента сети Wi-Fi	4
Итого			22

Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1.	1	Анализ нормативно-правовой базы в области использования сетей Wi-Fi на территории РФ	4
2.	1	Исследование схемотехнических решений устройства беспроводной передачи данных	2
3.	3	Расчет эффективности использования ресурса пропускной способности в зависимости от размера поля данных	2

4.	4	Расчет энергетического потенциала беспроводной линии связи технологии Wi-Fi	2
5.	5	Анализ механизмов обеспечения безопасности в сети Wi-Fi	4
6.	7	Проведение предпроектного обследования	4
7.	7	Расчет ёмкости сети Wi-Fi и выбор оборудования	4
8.	7	Подготовка проектной документации	6
Итого			28

4.Организационно-педагогические условия

4.1. Формы и режим занятий:

В очной форме проводится часть лекций и лабораторных работ. Лекции разбиваются на две части: очная часть длительностью 1 час + лабораторная работа. Лабораторные работы частично могут выполняться дистанционно, в том числе на действующей сети, например, домашней. Все практики проходят в дистанционной форме с возможностью дистанционных консультаций. Отчеты по лабораторным работам и практикам подготавливаются самостоятельно и представляются в электронном виде. Тестирование проходит дистанционно.

Аудиторная: 20
Групповая: 20
Индивидуальная: 2
Самостоятельная: 50

4.2. Форма обучения: очная с элементами дистанционно обучения.
4.3. Срок освоения: 2 недели

4.4. Применяемые средства обучения средства:
Лабораторный стенд кафедры РСиВ, персональные компьютеры.

4.5.Материально-техническое обеспечение реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	*2*	*3*
Лекционная аудитория	лекции	Мультимедийный комплекс
Учебная лаборатория кафедры РСиВ	лабораторные работы	Лабораторный стенд кафедры РСиВ

4.6.Учебно-методическое обеспечение программы

а) основная литература:

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер ; рец.: Ю. А. Григорьев, Б. Ф. Прижуков. - 5-е изд. - М. ; СПб. : Питер, 2019. - 992 с. : ил. - (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения). - **ISBN** 978-5-496-01967-5 : 1100.00 р. - Текст : непосредственный.

2. Пролетарский, А. В. Беспроводные сети Wi-Fi : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Пролетарский, И. Ф. Баскаков. - 2-е изд. - М. : ИНТУИТ, 2016. - 284 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/100578. - ISBN 978-5-94774-737-9 : Б. ц.
3. Рыжков, А.Е., Симонина О.А. Обеспечение качественных показателей беспроводной связи : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Е. Рыжков, О. А. Симонина ; рец.: В. С. Елагин, Н. А. Соколов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 84 с.

б) дополнительная литература:

1. Симонина, О.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / О. А. Симонина ; рец. С. Л. Федоров ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 23 с.
2. Симонина, О. А. Качество сервисов и услуг в сетях связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. А. Симонина ; рец.: Н. А. Соколов , В. С. Елагин ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2016. - 91 с.

5. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется в два этапа:

1. Тестирование по результатам освоения теоретической части.
2. Успешное выполнение всех практических и лабораторных работ.

6. Вопросы тестирования

1. **Современные технологии беспроводного доступа относятся к**
   a. технологиям передачи данных
   b. технологиям вещания
   c. технологиям аналоговой телефонии
2. **Современный мультисервисный трафик делится на:**
   a. передачи данных, потоковый, реального времени
   b. аудио и видео информацию
   c. игровой и служебный
3. **Сколько уровней в модели NGN**
   a. 3
   b. 5
   c. 7
4. **Какие диапазоны относятся к нелицензируемым**
   a. 900 и 1800 МГц
   b. 2300 и 2600 МГц
   c. 2,4 и 5 ГГц
5. **Что выполняет физический уровень IEEE 802.11**
   a. определяет порядок передачи пакетов в канале
   b. контролирует типы подключаемых услуг
   c. осуществляет выбор каналов, сигналов управления и уровня мощности передачи
6. **Какие типы фреймов являются частью специального режима «частого прослушивания» для исполнительных устройств с автономным питанием**

a. Probe request
b. Beam
c. Acknowledgement

7. **На каком уровне происходит процедура ассоциации**
   a. IP
   b. PHY
   c. MAC
8. **Какой из стандартов нижних уровней использует Wi-Fi5**
   a. IEEE 802.11
   b. IEEE 802.15.1
   c. IEEE 802.15.4
9. **Для чего нужны VLAN в беспроводном сегменте?**
   a. для создания потоков трафика, изолированных друг от друга на канальном уровне
   b. для использования различных стандартов Wi-Fi в одной сети
   c. для разделения на разные каналы
10. **Какие каналы в IEEE 802.11 являются непересекающимися в диапазоне 2,4 ГГц**
    a. 1, 6, 11
    b. 2+6, 1+5, 11+7
    c. 100, 108, 116
11. **Какой метод управления антеннами на Wi-Fi роутере помогает улучшить прием сигнала**
    a. Частотное разнесение
    b. Пространственное разнесение
    c. Поляризация
12. **Что в технологии Wi-Fi подразумевается под понятием "точка доступа" (Access point)**
    a. любой объект, обладающий функциональными возможностями станции и обеспечивающий доступ к распределительной системе посредством беспроводной среды
    b. любое устройство, физический уровень и MAC-подуровень которого соответствуют стандарту IEEE 802.11
    c. система, которая используется для соединения нескольких базовых наборов услуг и интеграции проводной локальной сети в расширенный набор услуг
13. **Что включает в себя базовый набор услуг BSS**
    a. режим работы точки доступа, в котором происходит обязательная авторизация клиента через сервер AAA
    b. набор станций, которыми управляет одна координационная функция, поддерживает ассоциацию и отключение от сети
    c. возможность организации роуминга в корпоративной сети
14. **Для чего нужен номер схемы MCS**
    a. идентификатор для обозначения комбинации модуляции, скорости кодирования и количества пространственных потоков
    b. обозначает количество поднесущих в OFDM
    c. идентификатор количества антенн в приемнике и передатчике в MIMO
15. **В чем принципиально отличие Wi-Fi роутера и точки доступа**
    a. Роутер поддерживает L3 и позволяет сегментировать сеть с использованием IP-адресации, а точка доступа выполняет только функции коммутатора
    b. Это одно и то же
    c. Роутер позволяет обеспечить доступ пользователей к ресурсам всей сети и обеспечить роуминг, а точка выполняет только процедуру подключения клиента
16. **Какой стандарт описывает методы поддержки качества обслуживания в IEEE 802.11**
    a. IEEE 802.11e
    b. IEEE 802.2
    c. Y.1541
17. **Как называется функция координации, которая позволяет варьировать размер CW-окна**
    a. EDCF
    b. DCF
    c. PDF
18. **Какие этапы включает в себя подключение клиента**
    a. поиск клиента, авторизация на сервере AAA
    b. сканирование каналов клиентом, обработка запроса, ответ точки доступа
    c. процесс происходит полностью автоматически
19. **На какие критерии опирается проектирование WLAN**
    a. максимальное покрытие или максимальная производительность
    b. максимальное покрытие и максимальная производительность
    c. минимальное покрытие или максимальная производительность

20. **Какие из указанных аббревиатур обозначают программу сертификации**
    a. WPA2
    b. CCMP
    c. SSID
21. **В Wi-Fi6 процедура совместимости вниз…**
    a. Не реализована
    b. Реализована, все устройства будут работать по более раннему стандарту
    c. Реализована, новые устройства будут работать по Wi-Fi6, остальные – по более раннему стандарту
22. **Современные технологии радиодоступа позволяют**
    a. передавать только трафик данных
    b. передавать мультисервисный трафик
    c. передавать голосовой трафик
23. **На каких уровнях модели ISO/OSI работают современные технологии беспроводного доступа**
    a. 1, 2, 3
    b. 1-7
    c. 3
24. **Какой метод доступа используется в IEEE 802.11ac**
    a. CSMA/CA
    b. CSMA/CD
    c. CSMA/AD
25. **В чем особенность каналов Wi-Fi с номерами 2, 7, 12?**
    a. непересекающиеся
    b. расширенные
    c. квазипериодические
26. **Что такое SSID**
    a. устройство, основной функцией которого является управление, контроль и настройка точек доступа, присутствующих в сети.
    b. режим, в котором станции непосредственно взаимодействуют друг с другом.
    c. идентификатор набора услуг - идентифицирует всю беспроводную сеть и является удобным для восприятия и запоминания человеком именем беспроводной сети
27. **Как называется идентификатор, указывающий на используемые в сети беспроводного доступа максимальную скорость, количество потоков и тип модуляции**
    a. DCF
    b. MSC
    c. TBD
28. **Какие функции отвечают за управление доступом к среде**
    a. DCF, PCF, HCF и их модификации
    b. авторизация посредством AAA
    c. протокол DIAMETER
29. **DSSS – это**
    a. технология расширения спектра
    b. метод модуляции
    c. протокол передачи данных
30. **Сколько категорий доступа для мультисервисного трафика используется в Wi-Fi при поддержке WMM**
    a. 4
    b. 9
    c. 3
31. **В устройствах Wi-Fi beamforming используется для**
    a. улучшения канала между роутером и клиентом за счет адаптивного формирования диаграммы направленности
    b. формирования режима энергосбережения
    c. возможности реализации процедуры совместимости вниз различных стандартов Wi-Fi
32. **Для чего нужна функция band steering**
    a. переключает двухдиапазонных клиентов между диапазонами 2,4 и 5 ГГц для предоставления лучшего QoS
    b. управляет диаграммной направленности в MIMO
    c. управляет поляризацией антенны
33. **Как расшифровывается AAA**
    a. Автоматизация, Авторизация, Автовыбор
    b. Алгоритмизация, Аутентификация, Абсорбция
    c. Authentication, Authorization, Accounting

34. Что означает запись TKIP/CCMP в сканере Wi-Fi

a. реализованные протоколы канального и физического уровня
b. используемые протоколы передачи данных прикладного уровня
c. используемые алгоритмы шифрования/дешифрования

35. Что входит в процесс сбора информации о клиентах на первых этапах проектирования сети беспроводного доступа

a. тип трафика, время занятия канала, модели клиентских устройств
b. количество клиентов, типы устройств, конфигурация, приложения, поддерживаемые политики безопасности
c. количество точек доступа, местоположение клиентов, возможность использования мобильной связи

36. BSS Color – это

a. механизм, позволяющий управлять антеннами для улучшения качества передачи от роутера к клиенту
b. идентификатор, позволяющий устранять конфликты между соседними сетями, работающими на одном канале
c. метод доступа, позволяющий бороться с частотно-селективным замиранием и интерференцией

37. При централизованном управлении используются специальные служебные кадры:

a. Probe request
b. Beacon
c. Paging

38. AirTime – это

a. время занятости канала в %
b. пропускная способность канала
c. задержка в канале

39. Канал IEEE 802.11ac номер 48 работает в диапазоне

a. 2,4 ГГц
b. 5 ГГц
c. 28 ГГц

40. Что включает в себя процедура обследования при развертывании сети беспроводного доступа

a. электромагнитная обстановка с учетом существующей инфраструктуры, модели клиентских устройств, типы приложений, требования по QoS
b. возможности предоставления услуг альтернативными операторами в заданной точке пространства, ценовая политика конкурентов и тарифные планы
c. количество клиентских устройств, доступное программное обеспечение, доступность сети электропитания